SHTxx シリーズ設計ガイド

温湿度センサーの性能を実用時に引き出すための設計方法

前文

SHTxx シリーズは高品質の温湿度センサーです。デジタルインタフェースと工場出荷時の校正により、実装が高速かつ容易に行え、各機種間には完全な互換性があります。これらの機種の傑出した性能と特徴をフルに活用するため、ハウジングとプリント基板の設計に関する多くの規則を考慮する必要があります。本文書はこうした設計規則を列記し、ユーザーの製品設計段階における支援を提供するものです。センサー性能を引出すのに不利なハウジングおよび/またはプリント基板の設計により、温湿度の測定値に重大な狂いが生じることがあり、また応答時間が大幅に伸びる可能性もあります。

はじめに

測定の精度はセンサーそのものの精度だけでなく、センシングシステムのハードウエア構成によっても異なります。SHTxx シリーズのセンサーはそのすぐ近くの周辺環境の相対湿度と温度を測定します。そのため、センサー付近の環境状態が測定対象の環境状態に一致したものであることが重要になってきます。

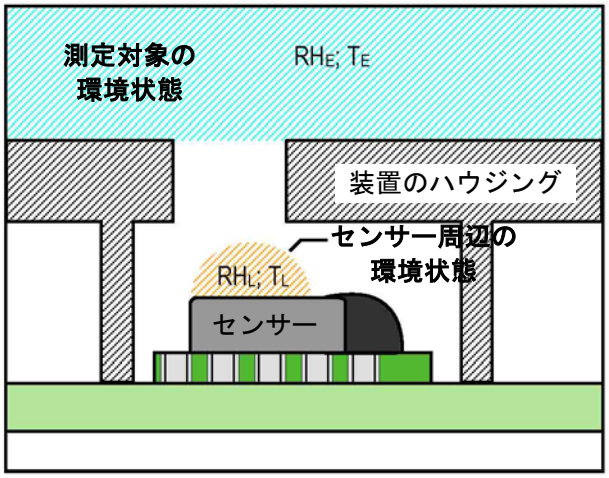


図 1: センサーはセンシング素子周辺の状態(RH_L; T_L)を測定します。良好な測定結果を得るためには、この周辺状態が試験対象環境の状態(すなわち RH_E; T_E)に一致している必要があります。

SHTxx シリーズのセンサーを使用して正しく測定を行うためには、センサーと環境との間の温度と相対湿度（RH）の差異を回避しなければなりません。通常の場合、温度の差異の根本的原因は熱源ですが、RH の差異は大抵の場合、温度の差異と長い応答時間とによって生じます。温度の差異が生じると、相対湿度は温度変化に応じて変動するため、RH の差異が生じ、90%RH の場合に 1°C の差異が生じると、相対湿度の差異は 5%RH となります。詳しくは、アプリケーションノート「相対湿度の概略的解説」[1]をご参照ください。

環境の温湿度が変化するごとに、新たな環境条件に釣り合うようになるまでには若干の時間がかかります。この間に、センサーの読取値は実際の値よりも遅れて表示されることがあります。この時間が応答時間と呼ばれるものです。正確なデータを得るためにはセンサーシステムの応答時間をできるだけ短縮することをお勧めします。システムが急速な変化に対して反応する必要がある場合には、十分に短い応答時間を確保することが極めて重要になります。

短い応答時間内に精度の高い測定を行うためのハウジングとプリント基板の設計を行う方法は次の各セクションに記載してあります。

- 加熱
- 湿度応答時間
- 温度応答時間
- 過酷な環境用の設計
- 事例

加熱

センサー付近にある外部熱源またはセンサー自体の放熱による内部加熱により温度の読取値が上昇（それにより RH の読取値が低下）します。センサーの加熱を避けるため次のことを考慮してください。

- 自己加熱: センサーがアクティブな状態にある時間を全体の 10%未満とする必要があります。
- 熱伝導: センサーはあらゆる熱源の熱から隔離されている必要があります。
- 熱対流 / 放射: 加熱された空気や熱放射に対しセンサーをシールドする必要があります。

[1] www.sensirion.com/data_overview

自己加熱

センシング素子のサイズが小さいため SHTxx シリーズのセンサーは電力消費がわずかですが、それでも自己加熱が生じるおそれがあります。アクティブ状態（測定+通信）では電力消費が大幅に増加しますので、自己加熱を避けるためにはアクティブ状態にある時間を全体の 10%未満にすることをお勧めします（図 2 参照）。一秒間当たりに行える読取の数は測定の分解能とセンサーの種類によって異なります。詳しくは、対応するセンサーのデータシートを次のサイトでご確認ください。www.sensirion.com/humidity

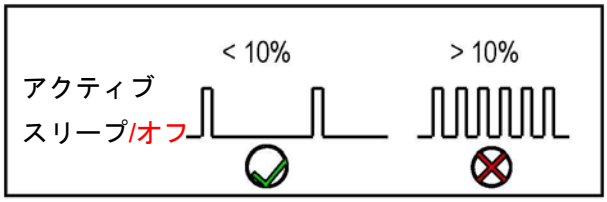


図 2: センサー使用時のアクティブ状態が 10%を超えると、内部加熱の発生により温湿度読取値の差異が生じます。

熱伝導

センサーの局部的加熱の最も一般的な根本原因は、付近の熱源（パワーエレクトロニクス、マイクロプロセッサー、ディスプレイ、等）からの熱伝導です。熱伝導は大抵の場合プリント基板上の金属を介して生じますので、金属のラインを薄くし、センサーと潜在的熱源との間に十分な距離を取ることをお勧めします。さらに、熱伝導はセンサーの周囲のプリント基板にスリットを開け、かつプリント基板から不要な金属を除去（エッチング）することで減少させることができます（図 3 参照）。センサーに対する熱伝導を減らすもう一つの方法としては、センサーをプリント基板につなげる際にフレキシブル基板を使用することが考えられます（図 8 参照）。

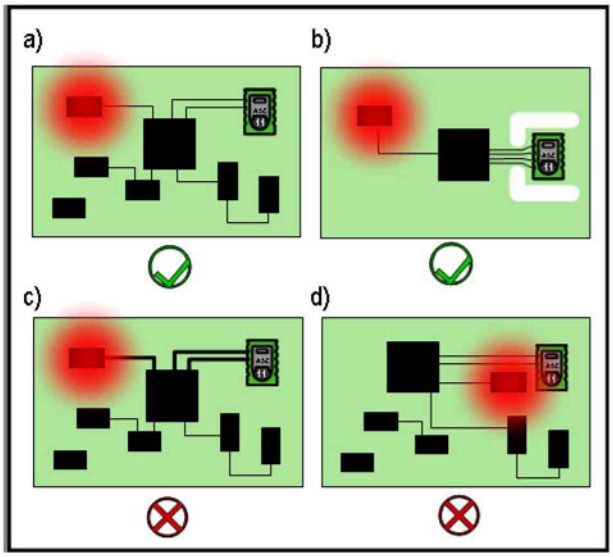


図 3: a）金属接続部を薄くし、熱源からの距離を十分に取ることが、熱伝導の回避に役立ちます。センサー周辺のプリント基板から不要な金属を除去してください。
b）センサーの周囲にスリット（白線部分）を加工することでプリント基板を介した熱伝導が減少します。
c）厚い金属接続部などの不要な金属は熱源からセンサーへの熱伝達を増大させます。
d）すぐそばに熱源があるとセンサーは加熱されます。

熱対流 / 放射

エレクトロニクス装置の内部では電子部品により空気が加熱されるおそれがあります。すべての熱源からセンサーを物理的にシールドすることで、加熱された空気がセンサーに触れることを回避してください（図 4 参照）。さらに、ハウジング全体の加熱を避けるために各装置から十分な熱伝達が行われなければなりません。

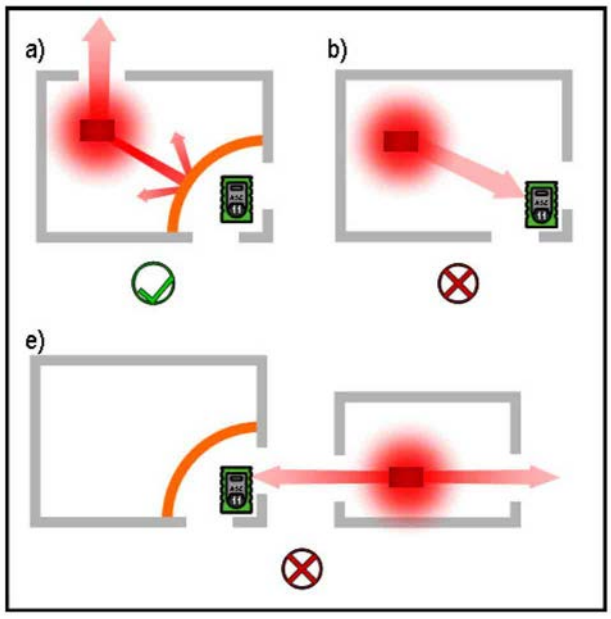


図 4: a）ハウジングの壁（オレンジ色）によりセンサーが加熱された空気からシールドされます。上部にある開口部によりハウジング全体の加熱が回避されます。b）加熱された空気がセンサーに直接触れることで、温度の読取値が上昇します。c）加熱された空気は付近の装置からくるものであっても、センサーの読取値に影響を及ぼすことがあります。

加熱防止のため、センサーが直接の熱放射（直射日光など）に曝されないようにしてください。熱放射が強い場合は、ハウジング全体を熱放射に対してシールドする必要があります（図 5 参照）。

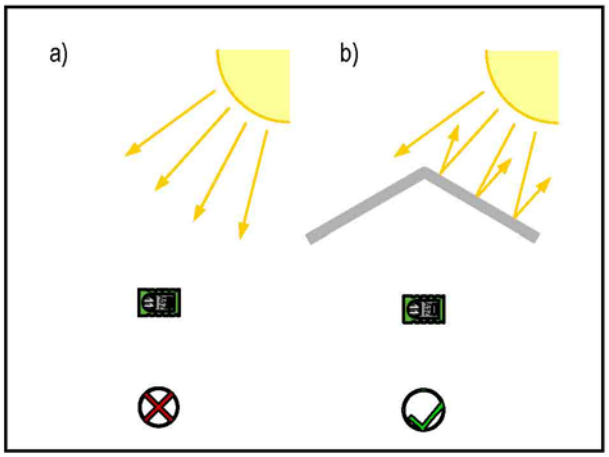


図 5: 直射日光やその他の熱放射により温度の読取値が上昇することがあります。

湿度応答時間

湿度を正しく測定するためには、データを取得する間に、センサー位置における湿度が測定対象環境中の湿度と一致することが重要です。従って、センサーは環境中の空気とできるだけ良好な状態でつながっている必要があります。センサー周囲のデッドボリュームが大きい、および/または開口が小さいと、センサーと環境とを隔離する作用が生じることがあり（図 1 参照）、その結果応答時間が相当長くなる可能性があります。応答時間を短くするには、以下のことを考慮してください。

- センサーは測定対象環境にできるだけ近くなるように設置してください。
- 単一の開口を設けた設計よりも、センサーの上を空気が流れるようにした設計のほうが好ましいです。
- センサー周囲のデッドボリューム（図 6 参照）はできるだけ小さくする必要があります。
- 一つまたは複数の開口はできるだけ大きくする必要があります。
- フィルターメンブレンを複数使用すると湿度の応答時間が長くなります。一箇所の開口に複数のメンブレンを使用することは絶対に避けてください。
- センサー周囲のデッドボリュームの内側には湿気を吸収する可能性のある材料があってはなりません。

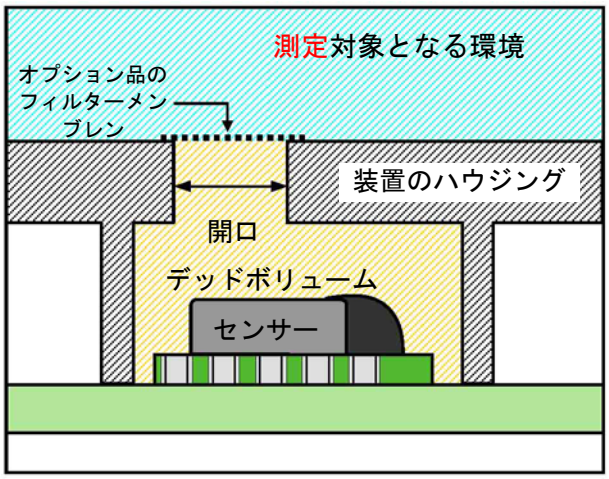


図 6: この図はセンサーの性能を引出すための設計の概念図です。センサーの周囲にある、環境とは隔離された容積部分はデッドボリュームと呼ばれます。開口はデッドボリュームと環境とをつなぐ部分の断面積です。この例ではフィルターメンブレンが追加されており、これはセンサー保護に役立つこともありますが（下記参照）、応答時間が長くなります。

エアフローが考えられる場合の設計

センサー上のエアフローが設定される場合（図 7a、c を参照）、デッドボリューム内のエアーは常時入れ替えられます。この設計は応答時間に関して有利なものとなります。フローが指定されていない場合であっても（リビングルーム内などで）、複数の開口部を設けてフローを考慮した設計のほうが望ましいものです。センサー上にエアフローが設定される設計を行う可能性がない場合、次の条件がより重要なものとなります。

デッドボリューム

デッドボリュームが大きいほど、環境条件とセンサーの条件が一致するまで、より多くの空気を入れ替える必要があります。デッドボリュームが大きいと湿度の応答時間が遥かに長くなります。デッドボリュームはできるだけ小さくすることを強くお勧めします。

開口サイズ

開口は環境とセンサーとの接続部です。開口が大きいと空気の入れ替えがより速く行われるため、よりよい湿度の応答時間が得られます。

フィルターメンブレン

フィルターメンブレンはセンサーを過酷な環境から保護するのに役立つことがあります。ただし、これを使用すると空気の入れ替えが少なくなるため、応答時間は長くなります。フィルターキャップが必要な場合は、デッドボリュームと開口のサイズがさらに重要になります。

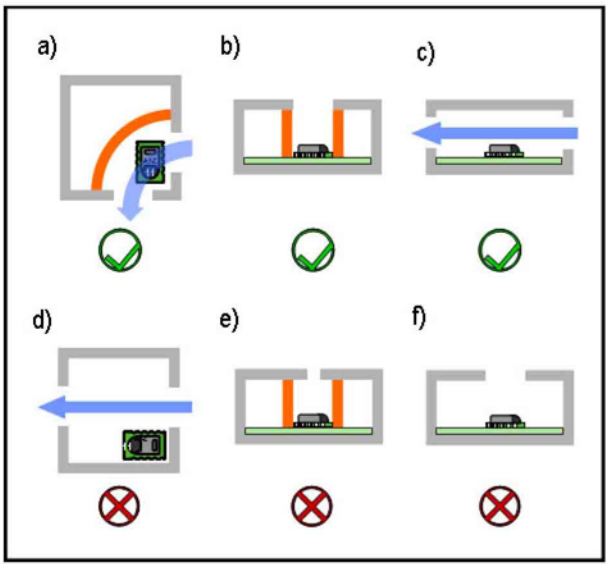


図 7: センサーの性能を引出すための様々な設計方法の概念図. a）可能な場合は常にこれが望ましい設計となります。デッドボリュームが小さく、開口サイズが十分に大きく、エアフローにより十分に短い応答時間が得られます。b）壁部分（オレンジ色）によりデッドボリュームが減少し、大きな開口と組み合わせることで、かなり良好な応答時間が得られます。c）設定されたエアフローはセンサーのすぐ上を通過するため、センサーの局部的条件は素早く環境条件と釣り合うようになります。エアフローが設定されていない場合は、デッドボリュームが大きくなりすぎるため、この設計は推奨しません。d-f）これらの設計は、以下の理由により、湿度の応答時間が長くなります。 d）エアフローがセンサーから離れておりデッドボリュームが大きい。e）開口サイズがデッドボリュームに対して小さすぎる。f）デッドボリュームが大きい。

温度応答時間

センサーシステムの装置には熱的質量があるため、装置の温度は測定対象環境の温度の変化に対して緩やかに反応します。温度応答時間を短くするためには、次の条件を考慮する必要があります。

- 測定対象となる環境とのセンサーの熱的結合はできるだけ強くする必要があります。
- ハウジング（プリント基板）の熱的質量に対するセンサーの熱的結合はできるだけ弱くする必要があります。

測定対象環境に対するセンサーの熱的結合

センサーと測定対象環境との良好な熱的結合を得るためには、センサーはできるだけ環境に近くなるように設置する必要があります。コーナー部分が最善ですが、少なくとも装置のエッジ部分に設置してください。周辺の空気の流れにより、結合がさらに強化されます。

ハウジングおよびメインプリント基板の熱的質量に対するセンサーの熱的結合

センサーとハウジング/プリント基板との良好な分離を達成するには、上記の加熱に関するセクションに記載したように、熱伝導を減らす必要があります（図 8 参照）。

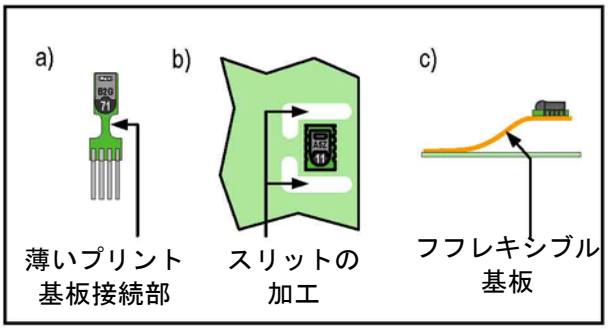


図 8: センサーは、プリント基板接続部を小さくすることにより、またはフレックスを使用して、プリント基板から熱的に切り離すことができます。

過酷な環境に合わせた設計

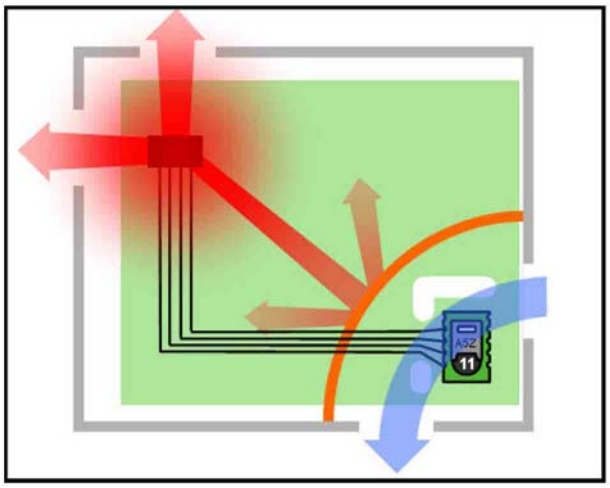
SHT1x および SHT2x シリーズにはフィルターキャップを用意しており、それを使用することで、ハウジングを水密性が高くホコリが入らないようにするとともに、良好な応答時間を確保することができます（事例 5 + 6 を参照）。湿度の応答時間を短くするためには、デッドボリュームを最小化した設計にします。これらのフィルターキャップに関する詳しい情報は以下の各サイトに掲載してあります。

SF1 (for SHT1x): www.sensirion.com/sf1

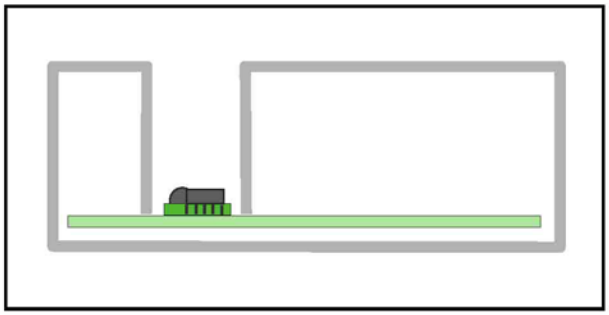
SF2 (for SHT2x): www.sensirion.com/sf2

事例

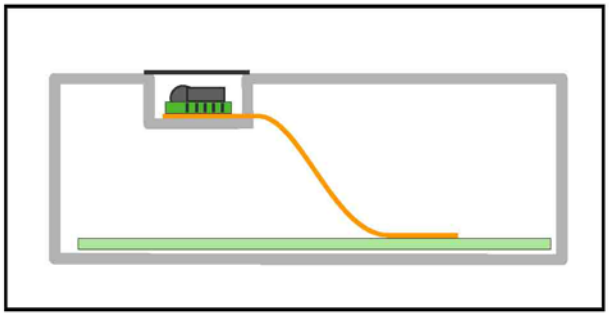
本章では様々な用途に合わせた設計をいくつかご紹介します。



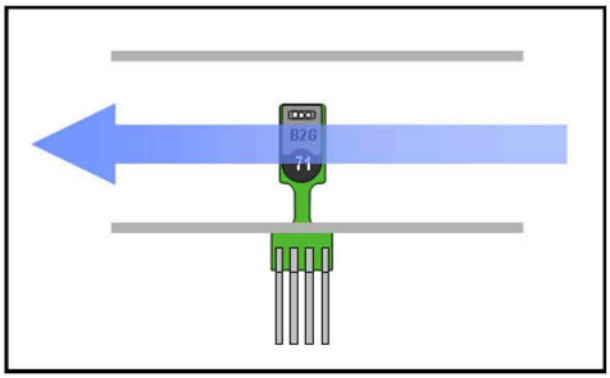
事例 1: フィルターメンブレンが不要な場合には、これが推奨する最良の設計となります。この設計は上記の各規則によく適合するものとなっています。壁（オレンジ色）により、加熱された空気からセンサーをシールドするのに役立つだけでなく、デッドボリュームも小さくなります。開口部を二箇所設けることでエアフローがセンサー上を通過し、スリット加工によりプリント基板を介する熱伝導が減少します。従って、この設計は応答時間を短縮するだけでなく加熱部からの影響も小さくなります。



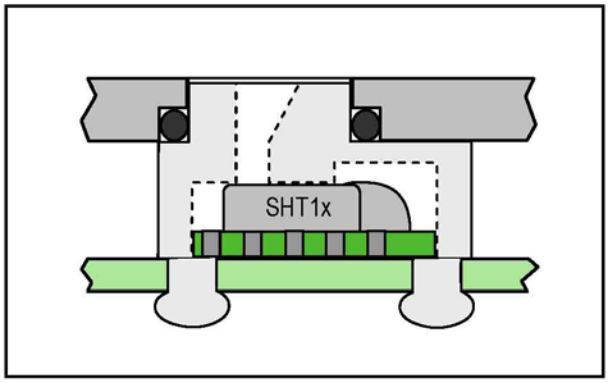
事例 2: これは事例 1 を簡素化したバリエーションです。エアフローがないため、湿度の応答時間は長くなります（センサーから開口部までの距離によって変わります）。プリント基板のスリットを増やすと、必要に応じてセンサーを外部の熱からシールドすることができます。



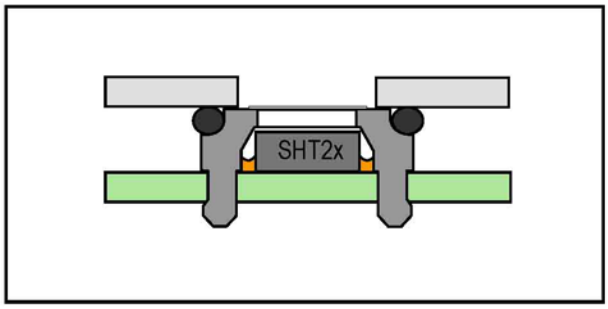
事例 3: これは、熱的な隔離を目的としてフレキシブル基板を使用して事例 2 を複雑化したバージョンです。また、センサーを保護するためにフィルターメンブレンを追加してあります。センサーと試験対象となる環境との間の距離が短いため、応答時間が改善されます。



事例 4: この設計はチューブ内をエアフローが通過する SHT71 を示します。プリント基板との接続部が薄いため、SHT75 を非常に良好にチューブから隔離し、熱的応答時間が非常に短くできるだけでなく、チューブとエアフローとの間の温度の差異による影響を少なくすることが可能になります。



事例 5: SF1 フィルターキャップ（SHT1x シリーズ用）は密封性の高いハウジングを設計する際に有用です。フィルターメンブレンがホコリや水による影響からセンサーとダクトを保護します。センサーと環境との間のボリュームが非常に小さいため、応答時間を短くすることができます。



事例 6: SF2 フィルターキャップ（SHT2x シリーズ用）を使用することで SF1（事例 5 を参照）と同様の利点が得られます。

最後の注記

本アプリケーションノートに示す全ての規則と提案事項は簡素化した事例を示すもので、個々の顧客の製品には適用できないことがあります。従って、センサーの性能を引出すための設計方法は個々のプロジェクトごとに個別に慎重な評価を行うことが不可欠です。また、製品設計の時点および製品リリースの前に取扱説明書をよく読んでおく必要があります。

本文書について

本文書は以下の当社技術文書の英文版を和訳したものです。
記載内容に疑義が生じた場合は、当該英文版を正とします。
文書名：**SHTxx Design Guide**
How to design-in a humidity and temperature sensor
(Revision 1.0)

改訂履歴

日付	改訂版	変更点
2010 年 6 月 24 日	1.0	初版発行

著作権© 2010 年、SENSIRION
CMOSens®は Sensirion の登録商標です。
版権所有

当社の本社および日本現地法人

本社
SENSIRION AG
Laubisruetistr. 50
CH-8712 Staefa ZH
Switzerland

Tel: + 41 44 306 40 00
Fax: + 41 44 306 40 30
info@sensirion.com
www.sensirion.com

センシリオン株式会社
Tel: 03-3444-4940
info@sensirion.co.jp
www.sensirion.co.jp